

# Phytoseiulus persimilis: FITOSEIDO INDICADOR DE LOS EFECTOS SECUNDARIOS DE PLAGUICIDAS EN CÍTRICOS

<sup>1</sup> Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA).  
Unitat Associada d'Entomologia  
UJI-IVIA.  
Centro de Protección Vegetal.  
Ctra. de Moncada a Náquera km. 4,5.  
46113 -Moncada, Valencia.  
aurbaneja@ivia.es

<sup>2</sup> Universitat Jaume I, UJI.  
Unitat Associada d'Entomologia  
UJI-IVIA.  
Departament de Ciències  
Agràries i del Medi Natural.  
Campus del Riu Sec.  
E-12071-Castelló de la Plana

## Resumen

En el cultivo de los cítricos las estrategias de control biológico aumentativo y por conservación se han desarrollado y aplicado para sacar el máximo provecho de los enemigos naturales que aparecen en este agroecosistema. Entre ellos, los fitoseidos depredadores *Euseius stipulatus*, *Neoseiulus californicus* y *Phytoseiulus persimilis* juegan un papel importante en el control biológico de los ácaros tetránquidos en clementinos. Sin embargo, los fitoseidos depredadores se ven a menudo afectados por tratamientos plaguicidas que se realizan para el control de otras plagas. Los efectos secundarios de la mayor parte de plaguicidas utilizados en cítricos sobre estas tres especies de fitoseidos son conocidos. Desde la Unidad Asociada de Entomología IVIA-UJI se ha utilizado esta información para comparar la susceptibilidad de estas tres especies de fitoseidos a los plaguicidas autorizados actualmente en Gestión Integrada de Plagas en cítricos (Argolo *et al.*, 2013a). Basándose en esta información, *E. stipulatus* se ha confirmado como la especie más tolerante, seguida por *N. californicus* y *P. persimilis*. Por lo tanto, utilizar *E. stipulatus* como especie indicadora en los cítricos, hecho que se ha venido realizando hasta la fecha, puede haber dado lugar a la paradoja de seleccionar plaguicidas presuntamente selectivos pero con un impacto negativo sobre *N. californicus* y, especialmente *P. persimilis* (más susceptible). Debido a que estas dos últimas especies se consideran clave para el control biológico de *T. urticae* en clementinos en España, Argolo *et al.* (2013a) proponen el uso de *P. persimilis* como el correcto indicador de estos efectos en cítricos en lugar de *E. stipulatus*. Este cambio podría tener un gran impacto en el adecuado control de los ácaros tetránquidos de los cítricos en un futuro próximo.

## Control biológico de tetránquidos en cítricos

Como en muchos sistemas agrícolas, los ácaros depredadores juegan un papel fundamental en los cítricos como enemigos naturales de los ácaros fitófagos tetránquidos. En España estas especies fitófagas son el ácaro rojo de los cítricos *Panonychus citri* (McGregor) (Acari: Tetranychidae) y la araña roja *Tetranychus urticae* (Koch) (Acari: Tetranychidae) (Figura 1-2). *Euseius stipulatus* (Athias-Henriot), *Neoseiulus californicus* (McGregor) y *Phytoseiulus persimilis* (Athias-Henriot) (Acari: Phytoseiidae) (Figura 3-5) son sus principales enemigos naturales. *E. stipulatus* es el fitoseido más abundante en los huertos cítricos españoles. Este fitoseido se considera un depredador generalista tipo IV que puede alimentarse exclusivamente y reproducirse con éxito en polen (Ferragut *et al.*,

1987; Pina *et al.*, 2012). *E. stipulatus* es un excelente agente de control biológico de *P. citri* en España (García-Mari *et al.*, 1983) y por lo tanto, su conservación es un factor clave para el éxito de la GIP (Ferragut *et al.*, 1988; Urbaneja *et al.*, 2008; Urbaneja *et al.*, 2013). Por otro lado, *N. californicus* y *P. persimilis* juegan un papel crucial contra *T. urticae* (Abad-Moyano *et al.*, 2010; Aguilar-Fenollosa *et al.*, 2011a y b).

De acuerdo con la clasificación de McMurtry y Croft (1997), *N. californi-*

*cus* es un depredador especializado en ácaros tetránquidos (tipo II), mientras que *P. persimilis* es un depredador especializado en *Tetranychus* spp. (tipo I). Estos ácaros fitoseidos suelen verse con frecuencia dentro de las colonias de *T. urticae* en cítricos (McMurtry 1977; Abad-Moyano *et al.*, 2009). Las estrategias de control biológico aumentativo y por conservación se han desarrollado en cítricos para tomar provecho de estas especies, tanto en viveros como en campo (Jacas y Urbaneja 2010). En el primer caso, las sueltas aumentativas de *P.*



*persimilis* o *N. californicus* en combinación con la aplicación de plaguicidas selectivos para estos fitoseidos han demostrado ser muy eficaces para el control de *T. urticae* en plantas jóvenes (Abad-Moyano *et al.*, 2010; Argolo *et al.*, 2013b). En el caso de plantaciones adultas y en función de las especies de cítricos consideradas, las estrategias de control biológico por conservación combinando la gestión de la cubierta vegetal con otras estrategias selectivas también han dado buenos resultados (Aguilar-Fenollosa *et al.*, 2011a, b, c). Sin embargo, y a pesar de la variedad de métodos de control selectivos disponibles, el control químico en cítricos sigue siendo necesario en determinados casos (Jacas y Urbaneja 2010; Urbaneja *et al.*, 2013).

### Efectos secundarios de plaguicidas sobre fitoseidos en cítricos

Para identificar los plaguicidas selectivos que podrían ser utilizados en combinación con estrategias de control biológico es muy importante conocer los efectos secundarios de estos productos sobre los enemigos naturales más relevantes para cada cultivo específico (Sterk *et al.*, 1999). El efecto de la mayor parte de plaguicidas utilizados en cítricos sobre estas tres especies de fitoseidos está actualmente disponible (Argolo *et al.*, 2013a; Bellows y Morse 1988; Bellows *et al.*, 1992; Costa-Cornelias *et al.*, 1994; Jacas y García-Marí 2001; Pascual-Ruiz y Urbaneja 2006; San-Andrés *et al.*, 2006; Urbaneja *et al.*, 2008; Koppert 2013; Urbaneja *et al.*, 2013).

**Tabla 1.** Lista de los efectos secundarios de los plaguicidas recomendados en Gestión Integrada de Plagas en cítricos sobre los ácaros depredadores *E. stipulatus*, *N. californicus* and *P. persimilis*.

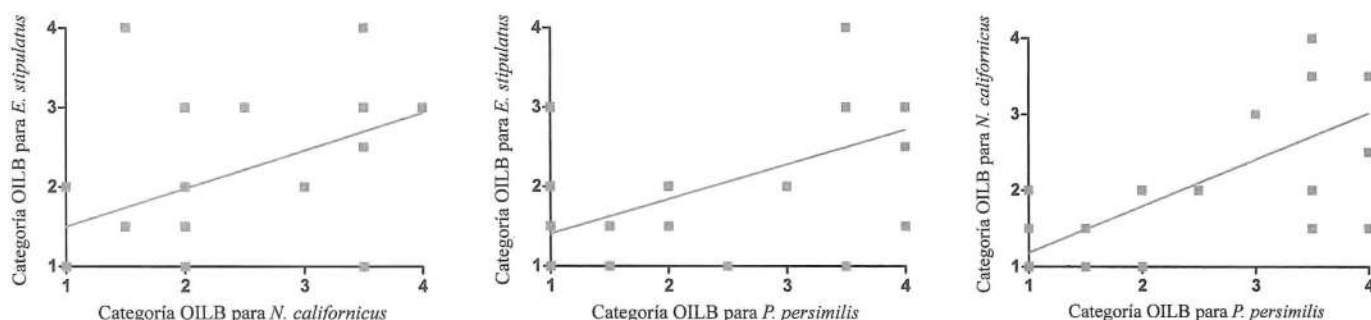
Ingrediente activo	<i>E. stipulatus</i>		<i>N. californicus</i>		<i>P. persimilis</i>	
	Categoría OILB	Persistencia (días)	Categoría OILB	Persistencia (días)	Categoría OILB	Persistencia (días)
Abamectina	3 (c, j)	14	3 - 4 (a, b)	7	3 - 4 (a, b)	14
Aceite mineral	1 (h, i)	-	2 (a, b, d)	7	2 - 3 (a, b)	7
Acetamiprid	1 (g)	-	3 - 4 (a, b)	5	3 - 4 (a, b)	7
Azadiractina	1 - 2 (c)	-	1 - 2 (a, b)	-	1 - 2 (a, b)	0
<i>B. thuringiensis</i>	1 (c)	-	1 (a, b)	-	1 (a, b)	0
Clofentezin	1 - 2 (c)	-	1 - 2 (a, b, d)	0	1 (a, b)	0
Clorpirifos	2 (c, e, f)	-	3 (a, b)	2	3 (a, b)	0
Etofenprox	3 (k)	+21	4 (k)	+21	3 - 4 (a)	+21
Etoxazol	2 (k)	7	2 (k)	7	2 (k)	7
Fenpiroximato	3 (g)	-	2 - 3 (a, b)	5	4 (a, b)	14
Hexitiazox	1 (c)	-	1 (a, b)	0	1 - 2 (a, b)	0
Imidacloprid	2-3 (c)	-	3 - 4 (a, b)	5	4 (a, b)	14
Metilclorpirifos	3 (c)	-	2 (a)	2	1 (a)	0
Pimetrozina	1 (g)	-	1 (a, b)	0	1 - 2 (a, b)	0
Piridaben	4 (c)	-	3 - 4 (a, b)	5	3 - 4 (a, b)	14
Pirimicarb	1 - 2 (c)	-	1 - 2 (a, b)	0	1 - 2 (a, b)	3
Piriproxifen	1 (c)	-	1 (a, b)	0	1 (a, b)	0
Propargita	4 (c)	-	1 - 2 (a, b)	0	3 - 4 (a, b)	3
Spinosad	2 (l)	-	1 (a, b)	0	2 (a, b)	7
Spirodiclofen	1 - 2 (g)	-	2 (b)	-	2 (b)	14
Spirotetramat	2 (k)	7	1 (k)	-	1 (k)	-
Tebufenpirad	1 - 2 (h)	-	1 - 2 (a, b, d)	0	4 (a, b)	2
Tiametoxam	-	-	2 (a, b)	-	3 - 4 (a, b)	+14

Categorías OILB: [1] inocuo, mortalidad <30%; [2] ligeramente tóxico, mortalidad 30-79%; [3] moderadamente tóxico, mortalidad 80-99 %; [4] tóxico, mortalidad >99 %.

Referencias: <sup>a</sup>(Koppert 2013); <sup>b</sup>(Biobest 2013); <sup>c</sup>(Jacas y García-Marí 2001); <sup>d</sup>(Urbaneja *et al.*, 2008); <sup>e</sup>(Bellows *et al.*, 1992); <sup>f</sup>(Bellows y Morse 1988); <sup>g</sup>(Urbaneja *et al.*, 2013); <sup>h</sup>(Pascual-Ruiz y Urbaneja 2005); <sup>i</sup>(San Andrés *et al.*, 2006); <sup>j</sup>(Costa-Cornelias *et al.*, 1994); <sup>k</sup>(Argolo *et al.*, 2013a)

Recientemente Argolo *et al.*, (2013a) completaron la tabla de efectos secundarios de los plaguicidas autorizados en cítricos en la cual incluyeron la toxicidad (expresado como categorías OILB) y persistencia de estos plaguicidas (expresado en días) sobre estas tres especies de fitoseidos. Esta información permite la selección de los plaguicidas más adecuados contra las plagas clave de los cítricos teniendo en cuenta sus efectos secundarios sobre los fitoseidos depredadores. Por otra

parte, al mostrar valores de persistencia de los efectos tóxicos de los plaguicidas permite una mejor sincronización de las sueltas de enemigos naturales sensibles a residuos frescos, pero no a los residuos más persistentes del mismo plaguicida. Este tipo de información es cada vez más importante debido a las sueltas aumentativas de artrópodos beneficiosos, criados masivamente, que se están promoviendo en los cítricos (Argolo *et al.*, 2013b; Vanaclocha *et al.*, 2013). Por ejemplo, etofenprox y



**Figura 6.** Relaciones de toxicidad para los ácaros depredadores *E. stipulatus*, *N. californicus* y *P. persimilis* basadas en las categorías OILB como se muestra en la Tabla 1 (Figura modificada a partir del original de Argolo *et al.*, 2013)





Figura 1. Hembra de *Panonychus citri*.



Figura 2. Hembra y huevo de *Tetranychus urticae*.



Figura 3. *Euseius stipulatus*.



Figura 4. *Neoseiulus californicus*.



Figura 5. *Phytoseiulus persimilis*.

abamectina se clasificaron como altamente tóxicos para las tres especies de fitoseidos consideradas (Tabla 1). Sin embargo, etofenprox mostró una persistencia de más de 3 semanas en comparación con 1-2 semanas, dependiendo de la especie, para abamectina (Tabla 1).

#### Comparación de la toxicidad relativa de plaguicidas

Con el objetivo de identificar si alguna de las tres especies de fitoseidos podría ser utilizada como indicador de los efectos secundarios de los plaguicidas, Argolo *et al.* (2013a) realizaron un análisis de correlación a los valores OILB para cada par de fitoseidos (Tabla 1; Fig. 6). Aunque las tres especies de fitoseidos respondieron de manera similar a la mayoría de los plaguicidas ensayados, se encontraron algunas diferencias importantes (Figura 6). Generalmente, *E. stipulatus* fue más tolerante a los plaguicidas que los otros dos fitoseidos y esto puede estar relacionado con su estilo de vida. Treinta y un por ciento de los plaguicidas incluidos en la Tabla 1 resultaron

menos tóxicos para *E. stipulatus* que para *P. persimilis* y *N. californicus*. Del mismo modo, *N. californicus* se vio menos afectado por los plaguicidas que *P. persimilis* en 39% de los casos.

#### *P. persimilis*: fitoseido indicador

Hasta la fecha *E. stipulatus* se ha utilizado como la especie de fitoseido indicadora de los efectos secundarios de plaguicidas para los ácaros depredadores en cítricos en España (Jacas y Urbaneja 2010). Este hecho puede haber tenido efectos negativos en el control biológico de *T. urticae*.

En general, la clave para un control biológico eficaz puede ser estrategias que mejoren la abundancia relativa de los depredadores más eficaces dentro de la comunidad de depredadores (Straub y Snyder 2006). En nuestro caso, y especialmente pensando en *T. urticae* en clementino, estos depredadores son el tipo I y II, el estilo de vida de los fitoseidos *P. persimilis* y *N. californicus*, respectivamente.

Estudios recientes muestran que estas dos especies, a pesar de estar cuantitativamente mucho menos representadas en cítricos que el depredador generalista *E. stipulatus* (menos del 20% frente al 75%, respectivamente) (Abad-Moyano *et al.*, 2009a; Aguilar-Fenollosa *et al.*, 2011b), son clave en la regulación de las poblaciones de *T. urticae* en campos de clementinos (Aguilar-Fenollosa *et al.*, 2011a). Estos autores observaron un mejor control de *T. urticae* en los huertos donde *P. persimilis* y *N. californicus* estaban presentes durante toda la campaña, en contraste con el control insatisfactorio de *T. urticae* en los huertos donde estas especies de fitoseidos no estaban siempre presentes. Además, nuevos estudios (Pascual-Ruiz 2012) han demostrado que *P. persimilis* aparece consistentemente en los árboles de cítricos donde el régimen de tratamiento con plaguicidas es bajo, tales como aquellos en los que la gestión de *T. urticae* se basa en el control biológico por conservación mediante el uso de *Festuca arundinacea* Schreber (Poaceae) como cubierta vegetal (Aguilar-Fenollosa *et al.*, 2011c). Por lo tanto,



el uso de *E. stipulatus* como especie indicadora en cítricos puede haber conducido a la paradoja de que el uso de supuestos plaguicidas selectivos ha dado lugar a la desaparición de *P. persimilis* y *N. californicus* de los árboles y, como consecuencia, en un deficiente control de *T. urticae* en clementinos.

Es por ello, que Argolo *et al.* (2013a) proponen que *E. stipulatus* no debería seguir siendo considerado como la especie indicadora para los efectos secundarios de plaguicidas en los cítricos y centrarse en *P. persimilis*, que es la especie de fitoseido más sensibles y relevante que pueda encontrarse en los campos de cítricos en España. Tal cambio puede tener un impacto importante en la supervivencia de *P. persimilis* y *N. californicus* en nuestros huertos y por lo tanto en el control más satisfactorio de los ácaros tetranychidos en cítricos en un futuro próximo.

## Agradecimientos

Este trabajo fue financiado parcialmente por la Conselleria d'Agricultura, Pesca i Alimentació de la Generalitat Valenciana y el Ministerio Español de Ciencia e Innovación (proyectos: AGL 2008-05287-C04/AGR y AGL2011-30538 -C03/AGR). P.S.A. fue beneficiario de una beca Santiago Grisolia de la Generalitat Valenciana.

## Referencias

Abad-Moyano R., Pina T., Dembilio O., Ferragut F. and Urbaneja A. 2009. Survey of natural enemies of spider mites (Acari: Tetranychidae) in citrus orchards in eastern Spain. *Exp Appl Acarol* 47:49-61

Abad-Moyano R., Pina T., Pérez-Panadés J., Carbonell E. and Urbaneja A. 2010. Efficacy of *Neoseiulus californicus*, *Phytoseiulus persimilis* in suppression of *Tetranychus urticae* in young clementine plants. *Exp Appl Acarol* 50:317-328

Aguilar-Fenollosa E., Ibanez-Gual M.V., Pascual-Ruiz S., Hurtado M. and Jacas J.A. 2011a. Effect of ground-cover management on spider mites and their phytoseiid natural enemies in clementine mandarin orchards (I): Bottom-up regulation mechanisms. *Biol Control* 59:158-170

Aguilar-Fenollosa E., Ibanez-Gual M.V., Pascual-Ruiz S., Hurtado M. and Jacas J.A. 2011b. Effect of ground-cover management on spider mites and their phytoseiid natural enemies in clementine mandarin orchards (II): Top-down regulation mechanisms. *Biol Control* 59:171-179

Aguilar-Fenollosa E., Pascual-Ruiz S., Hurtado M.A. and Jacas J.A. 2011c. Efficacy and economics of ground cover management as a conservation biological control strategy against *Tetranychus urticae* in clementine mandarin orchards. *Crop Prot* 30:1328-1333

Argolo P.S., Jacas J.A. and Urbaneja A. 2013a. Comparative toxicity of different pesticides on three different life-style phytoseiid mites occurring in citrus: *Euseius stipulatus*, *Neoseiulus californicus* and *Phytoseiulus persimilis*. *Exp Appl Acarol*, en prensa: DOI: 10.1007/s10493-013-9726-2

Argolo P.S., Banyuls N., Santiago S., Mollá O., Jacas J. and Urbaneja A. 2013b. Compatibility of *Phytoseiulus persimilis* and *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) with imidacloprid to manage clementine nursery pests. *Crop Prot*, 43:175-182

Bellows J.R. and Morse J.G. 1988. Residual toxicity following dilute or low-volume applications of insecticides used for control of California red scale (Homoptera: Diaspididae) to four beneficial species in a citrus agroecosystem. *J Econ Entomol* 81:892-898

Costa-Comelles J., Alonso A., Rodríguez J.M. and García-Marí F. 1994. El pulgón *Aphis gossypii* Glover: eficacia de algunos plaguicidas en cítricos y su acción sobre el fitoseido *Euseius stipulatus*. *Levante Agrícola*, 328:201-213.

Ferragut F., García-Marí F., Costa-Comelles J. and Laborda R. 1987. Influence of food and temperature on development and oviposition of *Euseius stipulatus* and *Typhlodromus phialatus* (Acari: Phytoseiidae). *Exp Appl Acarol* 3:317-329

Ferragut F., Costa-Comelles J., García-Marí F., Laborda R., Roca D. and Marzal, C. 1988. Dinámica poblacional del fitoseido *Euseius stipulatus* (Athesis-Henriot) y su presa *Panonychus citri* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae, Tetranychidae), en los cítricos españoles. *Bol San Veg Plagas* 14:45-54

García-Marí F., Ferragut F., Costa-Comelles J., Laborda R., Santabala E., Ferragut, F., Marzal C., Colomer P. y Costa J. 1983. El ácaro rojo *Panonychus citri* (McGregor): incidencia en la problemática fitosanitaria de nuestros agrios. *Bol Serv Plagas* 9:191-218

Jacas J.A. and García-Marí F. 2001. Side-effects of pesticides on selected natural enemies occurring in citrus in Spain. *IOBC/wprs Bull* 24:103-112

Koppert. 2013. Koppert Biological Systems. <http://www.koppert.es/>. Acceso el 10 May 2013

McMurtry J.A. 1977. Some predaceous mites (Phytoseiidae) on citrus in the Mediterranean region. *Entomophaga* 22:19-60

McMurtry J.A. and Croft B.A. 1997. Life-styles of phytoseiid mites and their role in biological control. *Annu Rev Entomol* 42:291-321

Pascual-Ruiz S. and Urbaneja A. 2006. Lista de efectos secundarios de plaguicidas sobre fauna útil en cítricos. *Levante Agrícola* 380:186-191.

Pascual-Ruiz S. 2012. Estudio de la diversidad genética y desarrollo de umbrales de *Tetranychus urticae* en clementinos para la mejora de su gestión integrada. Ph.D. Thesis, Departament de Ciències Agraàries i del Medi Natural, Universitat Jaume I de Castelló de la Plana, España.

Pina T., Argolo P.S., Urbaneja A. and Jacas J.A. 2012. Effect of pollen quality on the efficacy of two different life-style predatory mites against *Tetranychus urticae* in citrus. *Bio Control* 61:176-183

San-Andrés V., Abad-Moyano R., Ansaloni T., Aucejo S., Belliure B., Dembilio O., Jacas J.A., Urbaneja A., Mora J. y Ripollés J.L. 2006. Efectos secundarios sobre *Euseius stipulatus* de tratamientos cebo dirigidos al control de *Ceratitidis capitata*. *Phytoma España*, 180:38-45

Sterk G., Hassan S.A., Baillod M., Bakker F., Bigler F., Blümel S., Bogenschütz H., Boller E., Bromand B., Brun J., Calis J.N.M., Coremans-Pelseneer J., Duso C., Garrido A., Grove A., Heimbach U., Hokkanen H., Jacas J., Lewis G., Moreth L., Polgar L., Rovesti L., Samsoe-Petersen L., Sauphanor B., Schaub L., Stäubli A., Tuset J.J., Vainio A., Van DeVeire M., Viggiani G., Viñuela E. and Vogt H. 1999. Results of the seventh joint pesticide testing programme carried out by the IOBC/wprs-Working Group "Pesticides and Beneficial Organisms". *BioControl* 44:99-117

Urbaneja A., Catalán J., Tena A. y Jacas J.A. 2013. Gestión Integrada de Plagas de Cítricos. <http://gipcitricos.ivia.es/>. Acceso el 15 May 2013

Urbaneja A., Pascual-Ruiz S., Pina T., Abad-Moyano R., Vanaclocha P., Monton H., Dembilio O., Castanera P. and Jacas J.A. 2008. Efficacy of five selected acaricides against *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) and their side effects on relevant natural enemies occurring in citrus orchards. *Pest Manag Sci* 64:834-842

Vanaclocha P., Vidal-Quist C., Oheix S., Montón H., Planes L., Catalán J., Tena A., Verdú M.J. and Urbaneja A. (2013) Acute toxicity in laboratory tests of fresh and aged residues of pesticides used in citrus on the parasitoid *Aphytis melinus*. *J Pest Sci* 86:329-336

